



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112437815 A

(43) 申请公布日 2021.03.02

(21) 申请号 201980046310.8

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(22) 申请日 2019.06.27

代理人 颜芳

(30) 优先权数据

62/692,576 2018.06.29 US

(51) Int.Cl.

C22C 9/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

C22C 9/06 (2006.01)

2021.01.11

B23K 11/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

B23K 35/02 (2006.01)

PCT/US2019/039463 2019.06.27

C23C 30/00 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/006205 EN 2020.01.02

(71) 申请人 欧瑞康美科(美国)公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 J·布拉奇 C·埃布尔

J·L·切尼 A·兹肯 J·斯帕泽

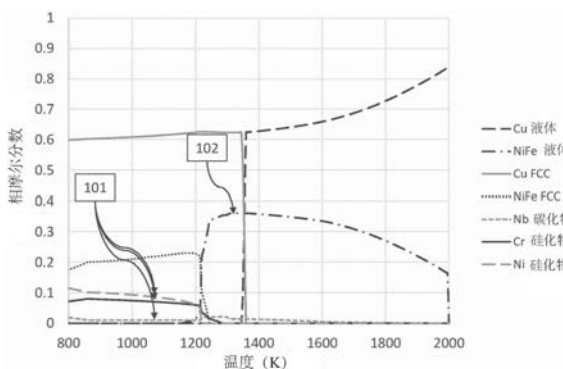
权利要求书6页 说明书15页 附图2页

(54) 发明名称

铜系表面硬化合金

(57) 摘要

本文公开了铜系合金的实施方式。该合金可以包含硅化物的硬质相,并且可以不含或基本上不含Co、Mn、Mo、Ta、V和W。该铜系合金可以用作PTA和激光覆层表面硬化过程的原料,并且可以被制造成用于形成表面硬化层的芯线。



1. 焊接原料, 包含:

Cu;

Fe: 约7.2至约19.2wt. %;

Mn或Ni: 约4至约20.4wt. %; 和

Si: 约2.4至约7.2wt. %;

其中所述焊接原料包含总计约2wt. %或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

2. 根据权利要求1所述的焊接原料, 进一步包含:

Nb: 约0.8至约1.2wt. %; 和

C: 约0.08至约0.12wt. %。

3. 根据权利要求2所述的焊接原料, 包含:

Nb: 约0.9至约1.1wt. %; 和

C: 约0.9至约0.11wt. %。

4. 根据权利要求1所述的焊接原料, 包含:

Fe: 约7.2至约10.8wt. %;

Mn或Ni: 约13.6至约20.4wt. %; 和

Si: 约2.4至约3.6。

5. 根据权利要求4所述的焊接原料, 包含:

Fe: 约8.1至约9.9wt. %;

Mn或Ni: 约15.3至约18.7wt. %; 和

Si: 约2.7至约3.3wt. %。

6. 根据权利要求1所述的焊接原料, 包含:

Fe: 约7.2至约10.8wt. %;

Mn或Ni: 约4至约6wt. %; 和

Si: 约3.2至约4.8wt. %。

7. 根据权利要求6所述的焊接原料, 包含:

Fe: 约8.1至约9.9wt. %;

Mn或Ni: 约4.5至约5.5wt. %; 和

Si: 约3.6至约4.4wt. %。

8. 根据权利要求1所述的焊接原料, 包含:

Fe: 约12.8至约19.2wt. %;

Mn或Ni: 约11.2至约16.8wt. %;

Si: 约3.2至约4.8wt. %; 和

B: 约0.8至约1.2wt. %。

9. 根据权利要求8所述的焊接原料, 包含:

Fe: 约14.4至约17.6wt. %;

Mn或Ni: 约12.6至约15.4wt. %;

Si: 约3.6至约4.4wt. %; 和

B: 约0.9至约1.1wt. %。

10. 根据权利要求1所述的焊接原料, 包含:

Fe:约11.2至约16.8wt. %;

Mn或Ni:约10.8至约15.6wt. %;和

Si:约4.8至约7.2wt. %。

11. 根据权利要求10所述的焊接原料,进一步包含:

Fe:约12.6至约15.4wt. %;

Mn或Ni:约12.6至约14.3wt. %;和

Si:约5.4至6.6wt. %。

12. 根据权利要求1-11中任一项所述的焊接原料,其中所述原料被配置以形成包含至少约85wt. %Cu的Cu系基质。

13. 根据权利要求1-12中任一项所述的焊接原料,其中所述焊接原料基本上不含镍。

14. 根据权利要求1-13中任一项所述的焊接原料,其中所述焊接原料是粉末。

15. 根据权利要求1-14中任一项所述的焊接原料,其中所述焊接原料被配置以经由激光被施加作为层。

16. 根据权利要求1-15中任一项所述的焊接原料,其中所述原料的特征在于在1100K下硅化物、碳化物和硼化物的总硬质相分数为至少10摩尔%,其中所述原料被配置以在固化过程中形成两个不混溶的液相,并且被配置以形成在Cu系基质中含有硬质相的微结构,并且其中所述原料的硅化物相形成温度在1000K和1600K之间。

17. 根据权利要求16所述的焊接原料,其中所述原料的特征在于在1100K下硅化物、碳化物和硼化物的总硬质相分数为至少15摩尔%,并且其中所述合金的硅化物相形成温度在1000K和1400K之间。

18. 根据权利要求17所述的焊接原料,其中所述原料的特征在于在1100K下硅化物、碳化物和硼化物的总硬质相分数为至少20摩尔%,并且其中所述原料的硅化物相形成温度在1000K和1300K之间。

19. 由权利要求1-18中任一项所述的焊接原料形成的表面硬化层。

20. 根据权利要求19所述的表面硬化层,其中所述表面硬化层包括包含至少85wt. %Cu的Cu系基质。

21. 根据权利要求19所述的表面硬化层,其中所述表面硬化层包括包含至少90wt. %Cu的Cu系基质。

22. 根据权利要求19所述的表面硬化层,其中所述表面硬化层包括包含至少95wt. %Cu的Cu系基质。

23. 根据权利要求19-22中任一项所述的表面硬化层,其中所述表面硬化层包含的硅化物、碳化物和硼化物的总体积分数为至少10体积%,其中硅化物相的硬度等于或小于1200HV,并且其中所述表面硬化层含有总计约2wt. %或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

24. 根据权利要求19-22中任一项所述的表面硬化层,其中所述表面硬化层包含的硅化物、碳化物和硼化物的总体积分数为至少15体积%,其中硅化物相的硬度等于或小于100HV,并且其中所述表面硬化层含有总计约2wt. %或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

25. 根据权利要求19-22中任一项所述的表面硬化层,其中所述表面硬化层包含的硅化物、碳化物和硼化物的总体积分数为至少20体积%,其中硅化物相的硬度等于或小于800HV,并且其中所述表面硬化层含有总计约2wt. %或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

26. 根据权利要求19-25中任一项所述的表面硬化层,其中所述表面硬化层包含至多 1.0mm^3 的ASTM G77体积损失、在形成表面硬化层时每平方英寸2个或更少裂缝,并且其中所述表面硬化层含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

27. 根据权利要求19-25中任一项所述的表面硬化层,其中所述表面硬化层包含至多 0.9mm^3 的ASTM G77体积损失、在形成表面硬化层时每平方英寸1个或更少裂缝,并且其中所述表面硬化层含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

28. 根据权利要求19-25中任一项所述的表面硬化层,其中所述表面硬化层包含至多 0.8mm^3 的ASTM G77体积损失、在形成表面硬化层时每平方英寸0个或更少裂缝,并且其中所述表面硬化层含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

29. 施加表面硬化层的方法,所述方法包括激光焊接根据权利要求1-18中任一项所述的焊接原料,其中所述焊接原料是粉末。

30. 制品,所述制品包含合金,所述合金形成或被配置以形成包含下列的材料:

包含至少85重量%Cu的Cu系基质;和

在1100K下至少10摩尔%的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物;

其中所述合金被配置以在固化过程中形成两个不混溶的液相,并且形成在所述Cu系基质中包含硬质相的微结构;

其中所述合金的硅化物相形成温度在1000K和1600K之间;和

其中所述合金含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

31. 根据权利要求30所述的制品,所述制品包含形成或被配置以形成包含下列的材料合金:

包含至少90重量%Cu的Cu系基质;和

在1100K下至少15摩尔%的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物;

其中所述合金的硅化物相形成温度在1000K和1400K之间。

32. 根据权利要求30所述的制品,所述制品包含形成或被配置以形成包含下列的材料合金:

包含至少95重量%Cu的Cu系基质;和

在1100K下至少20摩尔%的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物;

其中所述合金的硅化物相形成温度在1000K和1300K之间。

33. 根据权利要求30-32中任一项所述的制品,其中所述合金形成或被配置以形成包含Cu和下列的材料,下列按重量%计:

C: 约0.1至约1.0;

Cr: 约5至约20;

Fe: 约1至约15;

Nb: 约0至约5;

Ni: 约5至约20;

Si: 约2至约5;和

Ti: 约0至约5。

34. 根据权利要求30-32中任一项所述的制品,其中所述合金是包含Cu和下列的原料的形式,下列按重量%计:

C:0.1、Cr:6.5、Fe:9、Nb:1、Ni:17、Si:3;

C:0.1、Cr:7、Fe:9、Nb:1、Ni:5、Si:4;

C:0.6、Cr:5、Fe:5、Nb:5、Ni:5、Si:4;

C:0.1、Fe:18、Nb:1、Ni:7、Si:6;或

C:0.1、Fe:14、Nb:1、Ni:13、Si:6。

35. 由权利要求30-34中任一项所述的制品形成的表面硬化层。

36. 根据权利要求35所述的表面硬化层,其中所述制品被施加至用于内燃机的气缸盖上以形成所述表面硬化层。

37. 根据权利要求30-34中任一项所述的制品,其中所述合金是粉末形式。

38. 根据权利要求30-34中任一项所述的制品,其中所述合金是金属芯线材形式。

39. 制品,所述制品包含合金,所述合金形成或被配置以形成包含下列的材料:

包含至少85重量%Cu的Cu系基质;和

至少10体积%的总体积分数的硅化物、碳化物和硼化物;

其中硅化物相的硬度等于或小于1200HV;并且

其中所述合金含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

40. 根据权利要求39所述的制品,所述制品包含形成或被配置以形成包含下列的材料合金:

包含至少90重量%Cu的Cu系基质;和

至少15体积%的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物,包含硅化物相和碳化物相;

其中所述硅化物相的硬度等于或小于1000HV。

41. 根据权利要求39所述的制品,所述制品由形成或被配置以形成包含下列的材料合金构成:

包含至少95重量%Cu的Cu系基质;和

至少20体积%的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物;

其中硅化物相的硬度等于或小于800HV。

42. 根据权利要求39-41中任一项所述的制品,其中所述合金形成或被配置以形成包含Cu和下列的材料,下列按重量%计:

C:约0.1至约1.0;

Cr:约5至约20;

Fe:约1至约15;

Nb:约0至约5;

Ni:约5至约20;

Si:约2至约5;和

Ti:约0至约5。

43. 根据权利要求39-41中任一项所述的制品,其中所述合金是包含Cu和下列的原料的形式,下列按重量%计:

C:0.1、Cr:6.5、Fe:9、Nb:1、Ni:17、Si:3;

C:0.1、Cr:7、Fe:9、Nb:1、Ni:5、Si:4;

C:0.6、Cr:5、Fe:5、Nb:5、Ni:5、Si:4;

C:0.1、Fe:18、Nb:1、Ni:7、Si:6;或

C:0.1、Fe:14、Nb:1、Ni:13、Si:6。

44. 由权利要求39-43中任一项所述的制品形成的表面硬化层。

45. 根据权利要求44所述的表面硬化层,其中所述制品被施加至用于内燃机的气缸盖上以形成所述表面硬化层。

46. 根据权利要求39-43中任一项所述的制品,其中所述合金是粉末形式。

47. 根据权利要求39-43中任一项所述的制品,其中所述合金是金属芯线材形式。

48. 制品,所述制品包含合金,所述合金形成或被配置以形成具有下列的材料:

至多1.0mm³的ASTM G77体积损失;

在形成表面硬化层时每平方英寸2个或更少裂缝;并且

其中所述合金含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

49. 根据权利要求48所述的制品,所述制品包含形成或被配置以形成包含下列的材料合金:

0.9mm³或更少的ASTM G77体积损失;和

在形成表面硬化层时每平方英寸1个或更少裂缝。

50. 根据权利要求48所述的制品,所述制品包含形成或被配置以形成包含下列的材料合金:

0.8mm³或更少的ASTM G77体积损失;和

在形成表面硬化层时每平方英寸0个裂缝。

51. 根据权利要求48-50中任一项所述的制品,进一步包含Cu和下列,下列按重量%计:

C:约0.1至约1.0;

Cr:约5至约20;

Fe:约1至约15;

Nb:约0至约5;

Ni:约5至约20;

Si:约2至约5;和

Ti:约0至约5。

52. 根据权利要求48-50中任一项所述的制品,其中所述合金是包含Cu和下列的原料的形式,下列按重量%计:

C:0.1、Cr:6.5、Fe:9、Nb:1、Ni:17、Si:3;

C:0.1、Cr:7、Fe:9、Nb:1、Ni:5、Si:4;

C:0.6、Cr:5、Fe:5、Nb:5、Ni:5、Si:4;

C:0.1、Fe:18、Nb:1、Ni:7、Si:6;或

C:0.1、Fe:14、Nb:1、Ni:13、Si:6。

53. 由权利要求48-52中任一项所述的制品形成的表面硬化层。

54. 根据权利要求53所述的表面硬化层,其中所述制品被施加至用于内燃机的气缸盖上以形成所述表面硬化层。

55. 根据权利要求48-52中任一项所述的制品,其中所述合金是粉末形式。

56. 根据权利要求48-52中任一项所述的制品,其中所述合金是金属芯线材形式。

57. 激光焊接的方法,包括使用金属芯铜系线材对铝基底进行覆层。
58. 根据权利要求57所述的方法,其中利用蓝光或绿光的短波长激光。
59. 根据权利要求57-58中任一项所述的方法,其中汽车构件被覆层。
60. 根据权利要求57-58中任一项所述的方法,其中对发动机截止阀或气缸盖进行覆层。
61. 根据权利要求57-60中任一项所述的方法,其中所述线材包括Cu和下列,下列按重量%计:
- C: 约0.1至约1.0;
 - Cr: 约0至约20;
 - Fe: 约1至约25;
 - Nb: 约0至约5;
 - Ni: 约5至约25;
 - Si: 约2至约5; 和
 - Ti: 约0至约5。

铜系表面硬化合金

[0001] 通过引用任何优先权申请而合并

[0002] 本申请要求2018年6月29日提交的美国申请号62/692,576,题为“COPPER-BASED HARDFACING ALLOY”的权益,其整体通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开的实施方式总体上涉及具有不含或基本上不含Co、Mn、Mo、Ta、V和/或W的硅化物的铜系合金。

背景技术

[0004] 目前存在被设计成耐磨和抗裂的铜系表面硬化材料。这些合金通常在铜基质内形成复杂的硅化物相。铜系合金提供优越的导热性、耐腐蚀性、高温性质,并且已被发现最适合用于覆层(cladding)到铝系基底上。硬质硅化物相在铜合金中的添加已被利用作为提高合金耐磨性的手段,并且通常基于含有Co、Mn、Mo、Ta、V和/或W的任何组合的硅化物的形成。

发明内容

[0005] 本文公开了包含下列的焊接原料的实施方式:Cu、Fe:约7.2至约19.2wt.%, Mn或Ni:约4至约20.4wt.%, 和Si:约2.4至约7.2wt.%, 其中焊接原料包含总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

[0006] 在一些实施方式中,焊接原料可以进一步包含Nb:约0.8至约1.2wt.%, 和C:约0.08至约0.12wt.%. 在一些实施方式中,焊接原料可以包含Nb:约0.9至约1.1wt.%, 和C:约0.9至约0.11wt.%. 在一些实施方式中,原料可以包含Fe:约7.2至约10.8wt.%, Mn或Ni:约13.6至约20.4wt.%, 和Si:约2.4至约3.6. 在一些实施方式中,原料可以包含Fe:约8.1至约9.9wt.%, Mn或Ni:约15.3至约18.7wt.%, 和Si:约2.7至约3.3wt.%. 在一些实施方式中,原料可以包含Fe:约7.2至约10.8wt.%, Mn或Ni:约4至约6wt.%, 和Si:约3.2至约4.8wt.%. 在一些实施方式中,原料可以包含Fe:约8.1至约9.9wt.%, Mn或Ni:约4.5至约5.5wt.%, 和Si:约3.6至约4.4wt.%. 在一些实施方式中,原料可以包含Fe:约12.8至约19.2wt.%, Mn或Ni:约11.2至约16.8wt.%, Si:约3.2至约4.8wt.%, 和B:约0.8至约1.2wt.%. 在一些实施方式中,原料可以包含Fe:约14.4至约17.6wt.%, Mn或Ni:约12.6至约15.4wt.%, Si:约3.6至约4.4wt.%, 和B:约0.9至约1.1wt.%. 在一些实施方式中,原料可以包含Fe:约11.2至约16.8wt.%, Mn或Ni:约10.8至约15.6wt.%, 和Si:约4.8至约7.2wt.%. 在一些实施方式中,原料可以包含Fe:约12.6至约15.4wt.%, Mn或Ni:约12.6至约14.3wt.%, 和Si:约5.4至6.6wt.%. 。

[0007] 在一些实施方式中,原料可以被配置以形成包含至少约85wt.%Cu的Cu系基质。在一些实施方式中,焊接原料可以基本上不含镍。在一些实施方式中,焊接原料可以是粉末。在一些实施方式中,焊接原料可以被配置以经由激光被施加为层。

[0008] 在一些实施方式中,原料可以特征在于在1100K下硅化物、碳化物和硼化物的总硬

质相分数(total hard phase fraction)为至少10摩尔%,其中原料被配置以在固化期间形成两个不混溶的液相,并且被配置以形成在Cu系基质内含有硬质相的微结构,并且其中原料的硅化物相形成温度在1000K和1600K之间。在一些实施方式中,原料可以特征在于在1100K下硅化物、碳化物和硼化物的总硬质相分数为至少15摩尔%,并且其中合金的硅化物相形成温度在1000K和1400K之间。在一些实施方式中,原料可以特征在于在1100K下硅化物、碳化物和硼化物的总硬质相分数为至少20摩尔%,并且其中原料的硅化物相形成温度在1000K和1300K之间。

[0009] 本文还公开了由本公开的实施方式的焊接原料形成的表面硬化层的实施方式。

[0010] 在一些实施方式中,表面硬化层可以包括包含至少85wt.%Cu的Cu系基质。在一些实施方式中,表面硬化层可以包括包含至少90wt.%Cu的Cu系基质。在一些实施方式中,表面硬化层可以包括包含至少95wt.%Cu的Cu系基质。

[0011] 在一些实施方式中,表面硬化层可以包含至少10体积%的总体积分数的硅化物、碳化物和硼化物,其中硅化物相的硬度等于或小于1200HV,并且其中表面硬化层含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。在一些实施方式中,表面硬化层可以包含至少15体积%的总体积分数的硅化物、碳化物和硼化物,其中硅化物相的硬度等于或小于100HV,并且其中表面硬化层含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。在一些实施方式中,表面硬化层可以包含至少20体积%的总体积分数的硅化物、碳化物和硼化物,其中硅化物相的硬度等于或小于800HV,并且其中表面硬化层含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

[0012] 在一些实施方式中,表面硬化层可以包含至多1.0mm³的ASTM G77体积损失、在形成表面硬化层时每平方英寸2个或更少裂缝(裂纹,cracks),并且其中表面硬化层含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。在一些实施方式中,表面硬化层可以包含至多0.9mm³的ASTM G77体积损失、在形成表面硬化层时每平方英寸1个或更少裂缝,并且其中表面硬化层含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。在一些实施方式中,表面硬化层可以包含至多0.8mm³的ASTM G77体积损失、在形成表面硬化层时每平方英寸0个或更少裂缝,并且其中表面硬化层含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

[0013] 施加表面硬化层的方法,该方法包括激光焊接本公开实施方式中任一种的焊接原料,其中焊接原料是粉末。

[0014] 在一些实施方式中,制品可以包含形成或被配置以形成如下材料的合金,该材料包含:包含至少85重量%Cu的Cu系基质和在1100K下至少10摩尔%的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物,其中合金被配置以在固化过程中形成两个不混溶的液相,并且形成在Cu系基质内含有硬质相的微结构,其中合金的硅化物相形成温度在1000K和1600K之间,并且其中合金含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

[0015] 在一些实施方式中,制品可以包含形成或被配置以形成如下材料的合金,该材料包含:包含至少90重量%Cu的Cu系基质和在1100K下至少15摩尔%的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物,其中合金的硅化物相形成温度在1000K和1400K之间。在一些实施方式中,制品可以包含形成或被配置以形成如下材料的合金,该材料包含:包含至少95重量%Cu的Cu系基质和在1100K下至少20摩尔%的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物,其中合金的硅化物相形成温度在1000K和1300K之间。

[0016] 在一些实施方式中,制品的合金形成或被配置以形成包含Cu和下列的材料,下列按重量%计:C:约0.1至约1.0;Cr:约5至约20;Fe:约1至约15;Nb:约0至约5;Ni:约5至约20;Si:约2至约5;和Ti:约0至约5。

[0017] 在一些实施方式中,制品的合金为包含Cu和下列的原料的形式,下列按重量%计:C:0.1、Cr:6.5、Fe:9、Nb:1、Ni:17、Si:3;C:0.1、Cr:7、Fe:9、Nb:1、Ni:5、Si:4;C:0.6、Cr:5、Fe:5、Nb:5、Ni:5、Si:4;C:0.1、Fe:18、Nb:1、Ni:7、Si:6;或C:0.1、Fe:14、Nb:1、Ni:13、Si:6。

[0018] 本文还公开了由所述制品形成的表面硬化层的实施方式。在一些实施方式中,将制品施加至用于内燃机的气缸盖(汽缸盖,cylinder head)上以形成表面硬化层。

[0019] 在一些实施方式中,制品的合金为粉末形式。在一些实施方式中,制品的合金为金属芯线(金属芯线材,metal cored wire)形式。

[0020] 本文还公开了制品的实施方式,该制品包含合金,该合金形成或被配置以形成如下材料,该材料包含:包含至少85重量%Cu的Cu系基质和至少10体积%的总体积分数的硅化物、碳化物和硼化物,其中硅化物相的硬度等于或小于1200HV,并且其中合金含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

[0021] 在一些实施方式中,制品可以包含形成或被配置以形成如下材料的合金,该材料包含:包含至少90重量%Cu的Cu系基质和包含硅化物相和碳化物相的至少15体积%的总硬质相分数的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物,其中硅化物相的硬度等于或小于1000HV。在一些实施方式中,制品可以包含合金,该合金形成或被配置以形成如下材料,该材料包含:包含至少95重量%Cu的Cu系基质和至少20体积%的总硬质相分数的硅化物、碳化物和硼化物,其中硅化物相的硬度等于或小于800HV。

[0022] 本文还公开了制品的实施方式,该制品包含合金,该合金形成或被配置以形成如下材料,该材料具有至多1.0mm³的ASTM G77体积损失、在形成表面硬化层时每英寸2个或更少裂缝,并且其中合金含有总计约2wt.%或更少的Co、Mn、Mo、Ta、V和W。

[0023] 在一些实施方式中,制品可以包含合金,该合金形成或被配置以形成如下材料,该材料包含0.9mm³或更少的ASTM G77体积损失和在形成表面硬化层时每平方英寸1个或更少裂缝。在一些实施方式中,制品可以包含合金,该合金形成或被配置以形成如下材料,该材料包含0.8mm³或更少的ASTM G77体积损失和在形成表面硬化层时每平方英寸0个裂缝。

[0024] 本文还公开了激光焊接的方法,包括使用金属芯铜系线材对铝基底进行覆层。

[0025] 在一些实施方式中,方法可以包括其中利用蓝光或绿光的短波长激光。在一些实施方式中,方法可以包括其中对汽车构件进行覆层。在一些实施方式中,方法可以包括其中对发动机截止阀(engine block valves)或气缸盖进行覆层。

[0026] 在一些实施方式中,方法可以包括其中线材包括Cu和下列,下列按重量%计:C:约0.1至约1.0、Cr:约0至约20、Fe:约1至约25、Nb:约0至约5、Ni:约5至约25、Si:约2至约5、和Ti:约0至约5。

附图说明

[0027] 图1示例了本公开的实施方式合金X14的相图,显示了在1100K下存在的硬质相的总摩尔分数和第二液相的最大相摩尔分数。

[0028] 图2示例了本公开的实施方式合金X17的相图,显示了第一硅化物相形成的形成温

度。

[0029] 图3显示了具有硅化物颗粒和FCC基质相的本公开实施方式合金X14的SEM图像。

具体实施方式

[0030] 本公开的实施方式包括但不限于表面硬化/加硬带 (hardbanding) 材料、合金或用于制成这种表面硬化/加硬带材料的粉末组合物、形成表面硬化/加硬带材料的方法以及通过这些表面硬化/加硬带材料并入或被这些表面硬化/加硬带材料保护的构件或基底。

[0031] 在一些实施方式中,本文所述的铜系合金可以用作等离子体转移电弧 (PTA) 和激光覆层式表面硬化过程的有效原料。一些实施方式包括将铜系合金制成用于表面硬化过程的有芯线材,以及利用线材馈送激光 (wire fed laser) 和短波激光的铜系线材和粉末焊接方法。在一些实施方式中,本文公开的合金可以是粉末。在一些实施方式中,其可以是焊接材料,如例如通过激光施加的焊接材料。

[0032] 在某些应用中,期望形成具有高导热性和高耐磨性的无裂缝覆层金属层。铜合金具有高导热性,因此是需要高导热性覆层的应用的良好选择。另外,铜合金形成面心立方 (FCC) 晶体结构,其具有良好的韧性和抗裂性质。硬质相 (如硅化物、铝化物、硼化物或碳化物) 在FCC铜基质中的设计可以用于提高合金的耐磨性。然而,合金中硬质相的形成将影响裂缝易感性和机械加工性。因此,硬质相的设计对于制备既具有耐磨性同时又保持高度韧性和抗裂性是至关重要的。

[0033] 本文公开了已开发的具有在合金中形成以提供韧性、耐磨性、机械加工性和合金成本的最佳平衡的特定一个/多个硬质相的铜合金。通过利用不含或基本上不含贵重元素 (如Co、Mn、Mo、Ta、V和/或W) 的硅化物,合金成本可以保持处于最小值。另外,包含Co、Mn、Mo、Ta、V和/或W的这些类型的硅化物的硬度相对高,>900HV。此外,从合金中消除Co、Mn、Mo、Ta、V和W降低了硅化物相的硬度,这改善了合金的抗裂性和机械加工性。

[0034] 从环境健康的角度来看,不利用Co的合金也是期望的。含Co合金在焊接过程中产生有害烟雾。从制造成本的角度来看,不利用Mo、Ta、V和W的合金是有利的。此外,元素Fe和Ni成本很高。从制造和加工性的角度来看,不利用Mn的合金是有利的,因为Mn容易被氧化,这增加了制造和焊接过程的复杂性。在复杂的合金空间中,简单地除去一种元素或将一种元素用另一种元素代替并产生同等结果是不可能的。

[0035] 在一些实施方式中,利用计算冶金学来鉴定在固化过程中形成两个不混溶的液相以形成在FCC铜基质中包含硬质硅化物相的微结构的合金。在固化过程中,富含铜的一个不混溶液相固化成铜FCC基质相。富含所有其它合金元素的第二不混溶液相固化以形成被包含在FCC铜基质中的分离的硬质硅化物相颗粒。

[0036] 如本文所公开,术语合金可以指代形成公开的粉末的化学组合物、粉末本身、原料本身、线材、包括粉末的线材、通过加热和/或沉积粉末 (例如加硬带/表面硬化层) 或其它方法形成的金属组分的组合物以及该金属组分。

[0037] 在一些实施方式中,制造成实心线材或有芯线材 (包含粉末的鞘) 用于焊接或用作其它过程的原料的合金可以通过本文的具体化学来描述。例如,该线材可以用于热喷涂。进一步,下文公开的组合物可以来自单根线材或多根线材 (如2、3、4或5根线材) 的组合。

[0038] 金属合金组合物

[0039] 在一些实施方式中,合金可以通过其组成范围来充分表征。在一些实施方式中,合金可以通过其热力学标准来表征。在一些实施方式中,合金可以不含或基本上不含Co、Mn、Mo、Ta、V和/或W。术语“基本上不含”可以被理解为意为2wt.%(或约2wt.%)或更少、1wt.%(或约1wt.%)或更少、0.5wt.%(或约0.5wt.%)或更少、0.1wt.%(或约0.1wt.%)或更少、或0.01wt.%(或约0.01wt.%)或更少的指定元素,或这些值中任一者之间的任何范围的指定元素。在一些实施方式中,合金基本上不含Co、Mn、Mo、Ta、V和W指代全部那些元素组合起来为2wt.%(或约2wt.%)或更少、1wt.%(或约1wt.%)或更少、0.5wt.%(或约0.5wt.%)或更少、0.1wt.%(或约0.1wt.%)或更少、或0.01wt.%(或约0.01wt.%)或更少。

[0040] 在一些实施方式中,组合物可以包含按重量%计的以下元素范围:

[0041] Cu:余量;

[0042] B:0至2(或约0至约2);

[0043] C:0至约1.0(或约0至约1.0);

[0044] Cr:约0至约12(或约0至约12);

[0045] Fe:约1至约25(或约1至约25);

[0046] Nb:约0至约5(或约0至约5);

[0047] Ni:约5至约25(或约5至约25);

[0048] Si:约2至约11(或约2至约11);和

[0049] Ti:约0至约1(或约0至约1)。

[0050] 在一些实施方式中,组合物可以包含按重量%计的以下元素范围:

[0051] Cu:余量;

[0052] Cr:5至12(或约5至约12);

[0053] Fe:5至9(或约5至约9);

[0054] Ni:5至17(或约5至约17);

[0055] Si:3至4(或约3至约4);和

[0056] Ti:0至1(或约0至约1)。

[0057] 在一些实施方式中,组合物可以包含按重量%计的以下元素范围:

[0058] Cu:余量;

[0059] C:0.1至1.0(或约0.1至约1.0);

[0060] Cr:5至20(或约5至约20);

[0061] Fe:1至15(或约1至约15);

[0062] Nb:0至5(或约0至约5);

[0063] Ni:5至20(或约5至约20);

[0064] Si:2至5(或约2至约5);和

[0065] Ti:0至5(或约0至约5)。

[0066] 在一些实施方式中,组合物可以不含或基本上不含铬。在一些实施方式中,组合物可以包含按重量%计的以下元素范围:

[0067] Cu:余量;

[0068] Fe:15至25(或约15至约25);

[0069] Ni:5至20(或约5至约20);和

[0070] Si:4至8(或约4至约8)。

[0071] 在一些实施方式中,组合物可以不含或基本上不含镍。在一些实施方式中,组合物可以包含按重量%计的以下元素范围:

[0072] Cu:余量;

[0073] Fe:15至25(或约15至约25);和

[0074] Si:4至8(或约4至约8)。

[0075] 表I列出了多个实验合金,其组成以重量%和余量Cu列出,以小型铸锭(small scale ingots)的形式制备。

[0076] 表I:标称实验合金组合物的列举,余量铜+微量杂质

	合金	B	C	Cr	Fe	Nb	Ni	Si
	P92-X14		0.1	6.5	9	1	17	3
[0077]	P92-X16		0.1	7	9	1	10	4
	P92-X17		0.1	7	9	1	5	4
	P92-X18		0.1	12	9	1	14	4
	P92-X19		0.1	12	9		14	4
	合金	B	C	Cr	Fe	Nb	Ni	Si
	P92-X20		0.2	5	5	3	10	4
	P92-X21		0.6	5	5	5	5	4
	P92-X23		0.1		12	1	11	11
[0078]	P92-X24		0.1			1	24	4
	P92-X25		0.1		18	1	7	6
	P92-X26		0.1		21	1		6
	P92-X27	2	0.1		14	1	14	3
	P92-X28	1			16		14	4
	P92-X29		0.1		14	1	13	6

[0079] 在一些实施方式中,组合物可以包含Nb和/或C。在一些实施方式中,Nb和/或C可以促进精细规模的微结构。在一些实施方式中,组合物可以进一步包含按重量%计的以下元素范围:

[0080] Nb:0.1-5(或约0.1-约5);和

[0081] C:0.01-0.6(或约0.01至约0.6)。

[0082] 在一些实施方式中,组合物可以进一步包含按重量%计的以下元素范围:

[0083] Nb:0.1-2(或约0.1-约2);和

[0084] C:0.01-0.2(或约0.01-约0.2)。

[0085] 在一些实施方式中,组合物可以包含最低限度的铜含量。在一些实施方式中,组合物可以包含以下(含量)的铜:至少55wt.%、至少60wt.%、至少65wt.%、至少68wt.%、至少70wt.%、至少75wt.%或至少80wt.%(或至少约55wt.%、至少约60wt.%、至少约65wt.%、至少约68wt.%、至少约70wt.%、至少约75wt.%或至少约80wt.%)、或这些值中的任一者之间的任何范围。

[0086] 在一些实施方式中,组合物可以包含硼。在一些实施方式中,硼被用作合金添加剂。在一些实施方式中,组合物可以具有上至2wt.%(或约2wt.%)的硼。在一些实施方式中,组合物可以具有1wt.%(或约1wt.%)的硼。在一些实施方式中,组合物可以不含硼。

[0087] 在一些实施方式中,组合物可以包含铜和按重量%计的以下元素范围:

- [0088] Fe:7.2至19.2(或约7.2至约19.2) ;
- [0089] Mn或Ni:4至20.4(或约4至约20.4) ;和
- [0090] Si:2.4至7.2(或约2.4至约7.2) 。
- [0091] 在一些实施方式中,组合物可以包含铜和按重量%计的以下元素范围:
- [0092] Fe:7.2-10.8(或约7.2-约10.8) ;
- [0093] Mn或Ni:13.6-20.4(或约13.6-约20.4) ;和
- [0094] Si:2.4-3.6(或约2.4-约3.6) 。
- [0095] 在一些实施方式中,组合物可以包含铜和按重量%计的以下元素范围:
- [0096] Fe:8.1-9.9(或约8.1-约9.9) ;
- [0097] Mn或Ni:15.3-18.7(或约15.3-约18.7) ;和
- [0098] Si:2.7-3.3(或约2.7-约3.3) 。
- [0099] 在一些实施方式中,组合物可以包含铜和按重量%计的以下元素范围:
- [0100] Fe:7.2-10.8(或约7.2-约10.8) ;
- [0101] Mn或Ni:4-6(或约4-约6) ;和
- [0102] Si:3.2-4.8(或约3.2-约4.8) 。
- [0103] 在一些实施方式中,组合物可以包含铜和按重量%计的以下元素范围:
- [0104] Fe:8.1-9.9(或约8.1-约9.9) ;
- [0105] Mn或Ni:4.5-5.5(或约4.5-约5.5) ;和
- [0106] Si:3.6-4.4(或约3.6-约4.4) 。
- [0107] 在一些实施方式中,组合物可以包含铜和按重量%计的以下元素范围:
- [0108] Fe:12.8-19.2(或约12.8-约19.2) ;
- [0109] Mn或Ni:11.2-16.8(或约11.2-约16.8) ;
- [0110] Si:3.2-4.8(或约3.2-约4.8) ;和
- [0111] B:0.8-1.2(或约0.8-约1.2) 。
- [0112] 在一些实施方式中,组合物可以包含铜和按重量%计的以下元素范围:
- [0113] Fe:14.4-17.6(或约14.4-约17.6) ;
- [0114] Mn或Ni:12.6-15.4(或约12.6-约15.4) ;
- [0115] Si:3.6-4.4(或约3.6-约4.4) ;和
- [0116] B:0.9-1.1(或约0.9-约1.1) 。
- [0117] 在一些实施方式中,组合物可以包含铜和按重量%计的以下元素范围:
- [0118] Fe:11.2-16.8(或约11.2-约16.8) ;
- [0119] Mn或Ni:10.4-15.6(或约10.4-约15.6) ;和
- [0120] Si:4.8-7.2(或约4.8-约7.2) 。
- [0121] 在一些实施方式中,组合物可以包含铜和按重量%计的以下元素范围:
- [0122] Fe:12.6-15.4(或约12.6-约15.4) ;
- [0123] Mn或Ni:12.6-14.3(或约12.6-约14.3) ;和
- [0124] Si:5.4-6.6(或约5.4-约6.6) 。
- [0125] 在一些实施方式中,上述组合物中的任一种可以进一步包含按重量%计的以下元素范围:

[0126] Nb:0.8-1.2(或约0.8-约1.2);和

[0127] C:0.08-0.12(或约0.08-约0.12)。

[0128] 在一些实施方式中,上述组合物中的任一种可以进一步包含按重量%计的以下元素范围:

[0129] Nb:0.9-1.1(或约0.9-约1.1);和

[0130] C:0.09-0.11(或约0.09-约0.11)。

[0131] 在一些实施方式中,本公开的组合物可以是线材/粉末、涂料或其它金属组分或两者。

[0132] 本公开的合金可以将以上元素成分合并成总量100wt.%。在一些实施方式中,合金可以包括、可以限于或可以主要由上述元素组成。在一些实施方式中,合金可以包括2wt.% (或约2wt.%)或更少、1wt.% (或约1wt.%)或更少、0.5wt.% (或约0.5wt.%)或更少、0.1wt.% (或约0.1wt.%)或更少、0.01wt.% (或约0.01wt.%)或更少的杂质,或者这些值中的任一者之间的任何范围。杂质可以被理解是通过在制造过程中的引入、由于包含在原料组分中而可能被包括在合金中的元素或组合物。在一些实施方式中,杂质可以是Co、Mn、Mo、Ta、V和/或W。

[0133] 进一步,以上段落中描述的所有组合物中鉴定的Cu含量可以是以上所示组合物的余量,或者可选地,在Cu作为余量被提供的情况下,组合物的余量可以包含Cu和其它元素。在一些实施方式中,余量可以主要由Cu组成,并且可包括附带的杂质。

[0134] 热力学标准

[0135] 在一些实施方式中,合金可以通过其平衡热力学标准来表征。在一些实施方式中,合金可以被表征为满足所述热力学标准中的一些。在一些实施方式中,合金可以被表征为满足全部所述热力学标准。

[0136] 第一热力学标准涉及合金的基质化学,并且可以用于定量合金的导热性。此标准表征FCC富铜基质相在1200K下的铜组成。在一些实施方式中,基质相中的铜含量越高,合金的导热性将越高。

[0137] 在一些实施方式中,在1200K下FCC基质中的铜含量为至少60重量%、至少70重量%、至少75重量%、至少80重量%、至少85重量%、至少90重量%、至少95重量%或至少98重量%、(或至少约60重量%、至少约70重量%、至少约75重量%、至少约80重量%、至少约85重量%、至少约90重量%、至少约95重量%或至少约98重量%)或这些值中的任一者之间的任何范围。FCC基质中的铜含量可不与合金本体(bulk)组成中的铜含量密切相关。在一些实施方式中,在1200K下基质含有的铜可以与合金组成中的铜相比多30-50%(或约30-约50%)更多。

[0138] 第二热力学标准涉及合金的耐磨性,并且第二热力学标准被定义为在1100K下存在的硬质相的总摩尔分数,如图1中的101所示。在一些实施方式中,硬质相的总摩尔分数可以包括硅化物、碳化物和/或硼化物。在一些实施方式中,控制硬质硅化物的相分数可以是合金的重要设计方面,因为硅化物的最佳相分数可有助于获得耐磨性、抗裂性和机械加工性最佳平衡的合金。

[0139] 在一些实施方式中,在1100K下的总硬质相分数为至少5摩尔%、至少10摩尔%、至少15摩尔%、至少20摩尔%、至少25摩尔%或至少30摩尔%(或至少约5摩尔%、至少约10摩

尔%、至少约15摩尔%、至少约20摩尔%、至少约25摩尔%或至少约30摩尔%)或这些值中的任一者之间的任何范围。

[0140] 第三热力学标准涉及合金的抗裂性,并且第三热力学标准被定义为第二液相的最大相摩尔分数,如图1中的102所示。在焊接过程中,合金可分离为两种液体。一种液体可以形成延性铜相。另一种液体可以形成硬质但脆性的相,这可能由于硅化物和/或硼化物的存在。因此,第二液相的相分数越高将导致越脆性的相,并且开裂趋势增加。

[0141] 在一些实施方式中,此第三标准可以与第二热力学标准(即1100K下的总硬质相)结合使用,以预测耐磨性和/或硬质相形态。已确定,降低第二液相的最大摩尔分数会产生较精细且较均匀地遍及微结构分散的硅化物沉淀。在一些实施方式中,控制硬质相形态和摩尔分数可以是对于产生兼具抗裂性和耐磨性微结构的重要设计方面。

[0142] 在一些实施方式中,最大第二液相分数为至多55摩尔%、至多50摩尔%、至多45摩尔%、至多35摩尔%、至多25摩尔%、至多20摩尔%、至多15摩尔%或至多10摩尔%(或至多约55摩尔%、至多约50摩尔%、至多约45摩尔%、至多约35摩尔%、至多约25摩尔%、至多约20摩尔%、至多约15摩尔%或至多约10摩尔%)或这些值中的任一者之间的任何范围。

[0143] 第四热力学标准涉及硅化物沉淀的硬度。此标准表征第一硅化物相形成的形成温度,如图2中的201所示。已确定,随着硅化物相的形成温度升高,硅化物变得更加富集硅化物形成元素,并形成更硬质的硅化物。在一些实施方式中,控制硅化物相的硬度可以是合金的重要设计方面,因为硅化物相的硬度影响合金的耐磨性、抗裂性和机械加工性。在一些实施方式中,包含具有高水平硬度的硅化物的合金可导致足够的耐磨性,但抗裂性和机械加工性不良。在一些实施方式中,包含具有低水平硬度的硅化物的合金可导致耐磨性不良,但抗裂性和机械加工性足够。

[0144] 在一些实施方式中,硅化物形成温度大约在900K和1700K之间、1000K和1600K之间、1000K和1400K之间、1000K和1300K之间、1100K和1500K之间或1200K和1400K之间(或约900K和约1700K之间、约1000K和约1600K之间、约1000K和约1400K之间、约1000K和约1300K之间、约1100K和约1500K之间或约1200K和约1400K之间)或这些值中的任一者之间的任何范围。

[0145] 表II列出了在四个热力学标准内的多个实验合金,并显示了合金的计算热力学结果。表II:实验合金的计算热力学标准列举,*可以包括硼化物形成温度,以先形成者为准。

合金	在 1200K 下基质中的 Cu (重量%)	在 1100K 下的总硬质物(摩尔%)	最大第二液体(摩尔%)	硅化物形成温度(K)
P92-X14	93.9	16.3	36.2	1285
P92-X16	95.5	22.4	30.4	1430
P92-X17	95.8	18.6	23.6	1505
P92-X18	94.2	25.6	40.9	1455
P92-X19	94.3	22.9	42.1	1460
[0146] P92-X20	95.8	19.8	22.5	1470
P92-X21	96.0	21.9	14.4	1540
P92-X23	95.4	39.3	33.2	1400
P92-X24	94.2	30.2	26.3	1400
P92-X25	95.9	9.7	31.7	1300
P92-X26	96.6	7.9	26.8	1250
P92-X27	95.5	41	41.4	1550*
P92-X28	95.8	32.7	39.5	1300*

[0147] 微结构标准

[0148] 在一些实施方式中,合金可以通过其微结构标准来描述。在一些实施方式中,合金可以被表征为满足所述微结构标准中的一些。在一些实施方式中,合金可以被表征为满足全部所述微结构标准。

[0149] 第一微结构标准涉及硬质颗粒和/或硬质相的总测量体积分数。在一些实施方式中,此第一微结构涉及作为硅化物的硬质颗粒和/或硬质相的总测量体积。图3显示了根据一个实施方式的硅化物颗粒301。在一些实施方式中,硬质颗粒和/或硬质相的总测量体积分数可以包括硅化物、碳化物和/或硼化物。

[0150] 在一些实施方式中,硬质颗粒和/或硬质相的总测量体积分数为至少5体积%、至少8体积%、至少10体积%、至少15体积%、至少20体积%、至少25体积%或至少30体积%(或至少约5体积%、至少约8体积%、至少约10体积%、至少约15体积%、至少约20体积%、至少约25体积%或至少约30体积%)或这些值中的任一者之间的任何范围。

[0151] 在一些实施方式中,铬硅化物形成作为硬质相。在一些实施方式中,镍硅化物形成作为硬质相。在一些实施方式中,铁硅化物形成作为硬质相。在一些实施方式中,镍硼化物形成作为硬质相。在一些实施方式中,铁硼化物形成作为硬质相。在一些实施方式中,硬质相可以是铬硅化物、镍硅化物、铁硅化物、镍硼化物和铁硼化物中的两种或更多种的组合。在一些实施方式中,硬质相可以是镍硅化物、铁硅化物、镍硼化物和铁硼化物中的两种或更多种的组合。

[0152] 第二微结构标准涉及合金的导热性。铜是导热性最高的金属之一。因此,在一些实施方式中,最大化合金的FCC基质相中的铜含量可有利于最大化导热性。图3显示了FCC基质相302。能量分散光谱(EDS)用于测量合金基质相中的重量%铜含量。

[0153] 在一些实施方式中,基质中的总铜含量为至少70重量%、至少75重量%、至少80重量%、至少85重量%、至少90重量%、至少95重量%或至少97重量%(或至少约70重量%、至少约75重量%、至少约80重量%、至少约85重量%、至少约90重量%、至少约95重量%或至少约97重量%)或这些值中的任一者之间的任何范围。

[0154] 在一些实施方式中,使合金整体(例如,不仅是基质)中的铜总量最大化,以提高合金的导热性。在一些实施方式中,最小铜含量为至少55wt.%、至少60wt.%、至少65wt.%、至少68wt.%、至少70wt.%、至少75wt.%或至少80wt.%(或至少约55wt.%、至少约60wt.%、至少约65wt.%、至少约68wt.%、至少约70wt.%、至少约75wt.%或至少约80wt.%)或这些值中的任一者之间的任何范围。

[0155] 第三微结构标准涉及硅化物相的硬度。在一些实施方式中,控制硅化物的硬度可能是对于产生耐磨性、抗裂性和机械加工性的最佳平衡的重要设计方面。硅化物的硬度可以随硅化物的形成温度而增加。在一些实施方式中,过于硬质的硅化物相可导致合金具有较高的裂缝易感性和不良的机械加工性。硅化物相的硬度利用50克力载荷下的Vickers微硬度(Vickers microhardness)来测量。

[0156] 在一些实施方式中,硅化物的硬度为至多1600HV、至多1400HV、至多1200HV、至多800HV、至多400HV、至多300HV或至多250HV(至多约1600HV、至多约1400HV、至多约1200HV、至多约800HV、至多约400HV、至多约300HV或至多约250HV)或这些值中的任一者之间的任何范围。在一些实施方式中,硅化物的硬度为150HV(或约150HV)或更大。

[0157] 第四微结构标准涉及沉淀的硬质相的微结构。在一些实施方式中，沉淀的硬质相的形态、尺寸和分布可对热物理和机械性质具有显著影响。在一些实施方式中，硬质相的精细颗粒沉淀及其均匀分布可以是激光加工材料由于快速过冷而导致的特征。因此，硅化物相总体上尺寸较小可以是有利的。

[0158] 在一些实施方式中，合金中的所有硅化物可以具有200微米(或约200微米)或更小的直径。在一些实施方式中，合金中的所有硅化物可以具有150微米(或约150微米)或更小的直径。在一些实施方式中，合金中的所有硅化物可以具有100微米(或约100微米)或更小的直径。

[0159] 表III列出了合金的多个实验测量微结构标准结果。

[0160] 表III:实验合金的实验测量微结构标准的列举

合金	能量分散光谱	本体硬度 (HV _{0.05})	硅化物硬度 (HV _{0.05})
	基质中的 Cu (重量%)		
P92-X14	87.6	186	278
P92-X16	90.2	207	835
[0161] P92-X17	93.0	191	1114
P92-X18	86.3	200	1070
P92-X19	89.1	200	1211
P92-X20	89.9	245	-
P92-X21	92.9	270	-
P92-X25	92.4	195	642
P92-X26	94.5	168	655

[0162] 性能标准

[0163] 在一些实施方式中，合金可以具有多种期望的性能特征。在一些实施方式中，合金具有下列一项或多项可以是有利的：1) 金属对金属磨损的高抗性，2) 当通过激光覆层工艺焊接时最少裂缝至无裂缝，3) 易机械加工性，和/或4) 高导热性。

[0164] 金属对金属滑动磨损的抗性可以利用ASTM G77测试来定量。在一些实施方式中，表面硬化层可以具有至多1.4mm³、至多1.2mm³、至多1.0mm³、至多0.8mm³、至多0.6mm³、至多0.5mm³或至多0.4mm³(或至多约1.4mm³、至多约1.2mm³、至多约1.0mm³、至多约0.8mm³、至多约0.6mm³、至多约0.5mm³或至多约0.4mm³)的ASTM G77体积损失或这些值中的任一者之间的任何范围的ASTM G77体积损失。

[0165] 在一些实施方式中，表面硬化层可以呈现每平方英寸涂层5个裂缝、每平方英寸涂层4个裂缝、每平方英寸涂层3个裂缝、每平方英寸涂层2个裂缝、每平方英寸涂层1个裂缝、每平方英寸涂层0个裂缝。所述平方英寸可以随机选择。

[0166] 合金的本体硬度可以用作机械加工性的指示。本体硬度越低，合金将越具机械加工性。在一些实施方式中，本体硬度可以为至多400HV、至多350HV、至多300HV、至多250HV、至多200HV、至多150HV或至多100HV(或至多约400HV、至多约350HV、至多约300HV、至多约250HV、至多约200HV、至多约150HV或至多约100HV)或这些值中的任一者之间的任何范围。在一些实施方式中，合金的最小本体硬度为100H(或约100HV)。

[0167] 制品&焊接工艺思路

[0168] 在一些实施方式中，公开了用于对铝基底激光覆层的新工艺。在一些实施方式中，利用带芯线材。通常，利用粉末原料实现铝基底的表面硬化或覆层。线材的利用可以是有利

的,因为线材能够在覆层过程中和在原料制造中均实现较高的生产率。在一些实施方式中,公开了Cu系金属芯线材的制造。在一些实施方式中,可以选择表I中描述的组合物中的任一种来制造金属芯线材。

[0169] 在一些实施方式中,制造的线材可以用于焊接过程中。在一些实施方式中,线材可以用于激光焊接过程中。在一些实施方式中,可以使用短波长激光。在一些实施方式中,使用蓝波长激光。在一些实施方式中,蓝波长激光可以输出400nm、425nm、450nm、475nm或500nm的光或这些值中的任一者之间的任何范围的光。在一些实施方式中,使用绿波长激光。在一些实施方式中,绿波长激光可以输出500nm、515nm、520nm、545nm或570nm的光或这些值中的任一者之间的任何范围的光。在一些实施方式中,线材焊接方法可以用于汽车应用的覆层。在一些实施方式中,线材焊接方法可以用于对铝发动机截止阀或气缸盖覆层。在一些实施方式中,线材焊接方法可以用于对铝基底覆层。

[0170] 在一些实施方式中,在短波长激光焊接方法中使用Cu系粉末。在一些实施方式中,使用蓝激光或绿波长激光。在一些实施方式中,表I中描述的组合物中的任一种可以用于短波长激光覆层方法中。

[0171] 实施例

[0172] 实施例1

[0173] 实施例1证明了硅化物相的形成温度如何可用作硅化物硬度的指标。表IV提供了多种实验制造合金及其对应的测量硅化物化学、硬度和计算形成温度的列表。注意,随着计算硅化物形成温度升高,硅化物硬度有相应增加。这是硅化物形成元素Cr和Si中硅化物组成增加的直接结果,其导致硬度增加。

[0174] 表IV:比较硅化物化学、硬度和形成温度的实验合金列表

合金	硅化物中的 EDS	硅化物中的 EDS Si	硅化物硬度 (HV _{0.05})	硅化物形成温度 (K)
	Cr 含量 (重量%)	含量 (重量%)		
P92-X14	20.5	5.3	278	1285
P92-X16	28.1	10.4	835	1430
P92-X17	40.8	9.3	1114	1505
P92-X18	49.1	6.7	1070	1455
P92-X19	47.6	7.8	1211	1460

合金	硅化物中的 EDS	硅化物中的 EDS Si	硅化物硬度 (HV _{0.05})	硅化物形成温度 (K)
	Cr 含量 (重量%)	含量 (重量%)		
P92-X20	46.6	9.3	-	1470
P92-X21	70.4	14.2	-	1540

[0177] 实施例2

[0178] 将各铜系表面硬化合金激光覆层到0.5英寸厚的铝板上以进行实验分析。对激光覆层的覆盖物进行以下测试:微硬度、密度、弹性模量、导热性和ASTM G133往覆滑动磨损测试。

[0179] 表V列出了在此研究中被气体雾化、激光覆层和表征的铜合金。CuLS70是Toyota用来覆层其发动机阀门的合金。

[0180] 表V:被激光覆层和分析的Cu系表面硬化合金的列表

合金	B	C	Cr	Cu	Fe	Mo	Nb	Ni	Si	PSD
[0181] CuLS70		0.05-0.15		Bal.	8.55-9.55	6.41-6.71	0.5-1.5	16.8-17.8	2.66-2.96	-180 +45 μm
X14		0.1	6.5	63.4	9		1	17	3	-150 +45 μm
X17		0.1	7	73.9	9		1	5	4	-150 +45 μm
X28	1			65	16			14	4	-150 +45 μm
X29		0.1		65.9	14		1	13	6	-150 +45 μm

[0182] 表VI列出了各覆盖物的微硬度、弹性模量和密度的结果。在一些应用中,材料具有低硬度对于在应用中较快机械加工是有利的。在一些实施方式中,微硬度为250HV_{0.3}或以下。在其它应用中,出于最大化合金的耐磨性的目的,最大化硬度是有用的。在这种应用中,微硬度为350HV_{0.3}或更高。在一些实施方式中,材料的弹性模量可以小于160Gpa (或约160Gpa)。在一些实施方式中,材料的弹性模量可以小于150Gpa (或约150Gpa)。在一些实施方式中,合金的密度可以小于8 (或小于约8) g/cm³。

[0183] 表VI:微硬度、弹性模量和密度结果

覆盖物	微硬度 (HV _{0.3})	弹性模量 (GPa)	密度 (g/cm ³)
CuLS70	294	162	8.26
X14	263	158	7.89
[0184] X17	235	-	7.93
X28	402	155	7.74
X29	330	124	7.89

[0185] 表VII列出了导热率测试结果。利用激光闪光分析在四个不同温度下测量导热率:室温、150、250和350摄氏度。在一些应用中,具有提高的导热率是有利的。在一些实施方式中,在150℃下,沉积合金的导热率是>20W/m K (或>约20W/m K)。在一些实施方式中,在150℃下,沉积合金的导热率是>30W/m K (或>约30W/m K)。在一些实施方式中,在150℃下,沉积合金的导热率是>40W/m K (或>约40W/m K)。

[0186] 表VII:导热率结果

温度 (°C)	导热率 (W/m-K)				
	CuLS70	X17	X28	X14	X29
[0187] 25	21.2	29.5	16.4	33.2	16.6
150	14.2	36.2	15.3	36.9	31.3
250	10.7	39.4	14.7	42.2	31.7
350	8.6	46.5	18.5	48.9	36.5

[0188] 表VIII列出了ASTM G133往复滑动磨损试验的结果。此测试使用带有半球形头部的销,该半球形头部以一定载荷被压靠在表面硬化覆盖物上,并在样品表面上往复移动5,400次。然后测量该销和表面硬化覆盖物的体积损失。对于此测试,测试了两种不同类型的销。一组销由奥氏体钢(austenitic steel)制成,第二组由马氏体钢(martensitic steel)制成。该销的钢代表了用于发动机阀门的钢类型。另外,该测试在120℃的高温下进行。在应用中销和覆盖物的磨损体积均最小化是有利的。

[0189] 在一些实施方式中,抵靠合金运行的马氏体销的磨损体积小于0.006mm³ (或小于约0.006mm³)。在一些实施方式中,抵靠合金运行的马氏体销的磨损体积小于0.005mm³ (或小于约0.005mm³)。在一些实施方式中,抵靠马氏体销运行的覆盖物的磨损体积小于0.02mm³ (或小于约0.02mm³)。在一些实施方式中,抵靠马氏体销运行的覆盖物的磨损体积小于

0.015mm³(或小于约0.015mm³)。在一些实施方式中,抵靠合金运行的奥氏体销的磨损体积小于0.002mm³(或小于约0.002mm³)。在一些实施方式中,抵靠合金运行的奥氏体销的磨损体积小于0.001mm³(或小于约0.001mm³)。在一些实施方式中,抵靠到奥氏体销运行的覆盖物的磨损体积小于0.02mm³(或小于约0.02mm³)。在一些实施方式中,抵靠到奥氏体销运行的覆盖物的磨损体积小于0.01mm³(或小于约0.01mm³)。

[0190] 表VIII:ASTM G133往复滑动磨损结果

覆盖层	销钉材料	销磨损伤痕体积损失 (mm ³)	覆盖物磨损伤痕体积损失 (mm ³)
CuLS70	奥氏体	0.0026	0.0401
	马氏体	0.0081	0.0317
X14	奥氏体	0.0134	0.2111
	马氏体	0.0090	0.0251
X17	奥氏体	0.0008	0.0093
	马氏体	0.0090	0.0120
X28	奥氏体	0.0030	0.0271
	马氏体	0.0045	0.0409
X29	奥氏体	0.0020	0.0232
	马氏体	0.0081	0.0249

[0192] 应用

[0193] 本公开中描述的合金可以用于多种应用和行业。应用的一些非限制性实例包括:

[0194] 露天采矿应用包括以下构件和用于以下构件的涂层:用于浆液管道(slurry pipelines)的耐磨套筒和/或耐磨表面硬化层、包括泵壳或叶轮的泥泵构件或泥泵构件表面硬化层、包括溜槽挡块(chute blocks)的矿石进料溜槽构件(ore feed chute components)或溜槽挡块表面硬化层、分离筛(包括但不限于旋转破碎筛、香蕉筛(banana screens)和振动筛)、自磨机和半自磨机的衬里、地面接合工具和地面接合工具表面硬化层、铲斗(buckets)的耐磨板和自卸车衬里(dump truck liners)、采矿铲上的跟部垫块(heel blocks)和跟部垫块表面硬化层、平土机刮铲和平土机刮铲的表面硬化层、堆取料机(stacker reclaimers)、分级破碎机(sizer crushers)、采矿构件和其它粉碎构件的一般磨损包装。

[0195] 从前文描述将认识到,创新的铜系表面硬化合金及其使用方法被公开。尽管已一定程度具体地描述了若干构件、技术和方面,但显然,可以在不背离本公开的精神和范围的情况下,在本文上述具体设计、构造和方法方面做出多种改变。

[0196] 本公开在分开的实施方式的环境中描述的某些特征也可以在单一实施方式中组合实施。相反,在单一实施方式的环境中描述的各种特征也可以在多个实施方式中分别地或以任何合适的子组合实施。此外,尽管上文可能描述特征以某些组合起作用,但所述组合中的一个或多个特征在一些情况下可以从该组合剔除,并且可以主张该组合为任何子组合或任何子组合的变型。

[0197] 此外,尽管方法可能是以具体顺序在附图中描绘或在说明书中描述,但是这种方法无需以所示具体顺序或以相继顺序被执行,并且所有方法无需被执行,以实现期望的结果。未描绘或描述的其它方法可以被并入实例方法和过程中。例如,一个或多个另外的方法可以在任何所述的方法之前、之后、同时或之间执行。进一步,方法可以在其它实施方式中

被重新排列或重新排序。而且,上述实施方式中的各种系统构件的分开不应被理解为在所有实施方式中要求这种分开,并且应理解,所述构件和系统可以总体上集成在单一产品中或包装成多个产品。另外,其它实施方式也在本公开的范围之内。

[0198] 除非另有明确说明或在所使用的上下文中另有理解,条件语言(如“可以(can、could)”、“可能(might、may)”)总体上旨在表达某些实施方式包括或不包括某些特征、要素和/或步骤。因此,这种条件语言并非总体上旨在暗示一个或多个实施方式以任何方式要求该特征、要素和/或步骤。

[0199] 除非另有明确说明,诸如短语“X、Y和Z中的至少一者”的连接语在所用环境中以其它方式被理解为表达事项、术语等可以是X、Y或Z。因此,这种连接语并非总体上旨在暗示某些实施方式要求至少一个X、至少一个Y和至少一个Z存在。

[0200] 本文所用的程度语言(如本文所用的术语“近似”、“约”、“总体上”和“基本上”)表示接近所述值、量或特性的仍表现期望的功能或实现期望的结果的值、量或特性。例如,术语“近似”“约”、“总体上”和“基本上”可以指代在所述量的小于或等于10%、小于或等于5%、小于或等于1%、小于或等于0.1%和小于或等于0.01%之内的量。如果所述量为0(例如,无、不具有),则上述范围可以是特定的范围,并且不在该值的具体%内。例如,在所述值的小于或等于10wt./vol.%内、小于或等于5wt./vol.%内、小于或等于1wt./vol.%内、小于或等于0.1wt./vol.%内和小于或等于0.01wt./vol.%内。另外,本公开内的表中的所有值被理解为是所述值或可选地约所述值。

[0201] 本文结合各种实施方式的任何具体特征、方面、方法、性质、特性、质量、属性、要素等的公开内容可以用于本文提出的所有其它实施方式。另外,将认识到,可以使用适合于执行所述步骤的任何装置来实践本文描述的任何方法。

[0202] 在已经详细描述了多种实施方式及其变型时,其它改动及其使用方法对于本领域技术人员而言将是显而易见的。因此,应理解,在不背离本文的独特和创新公开内容或权利要求的范围的情况下,各种应用、改动、材料和替代可以由等同形式进行。

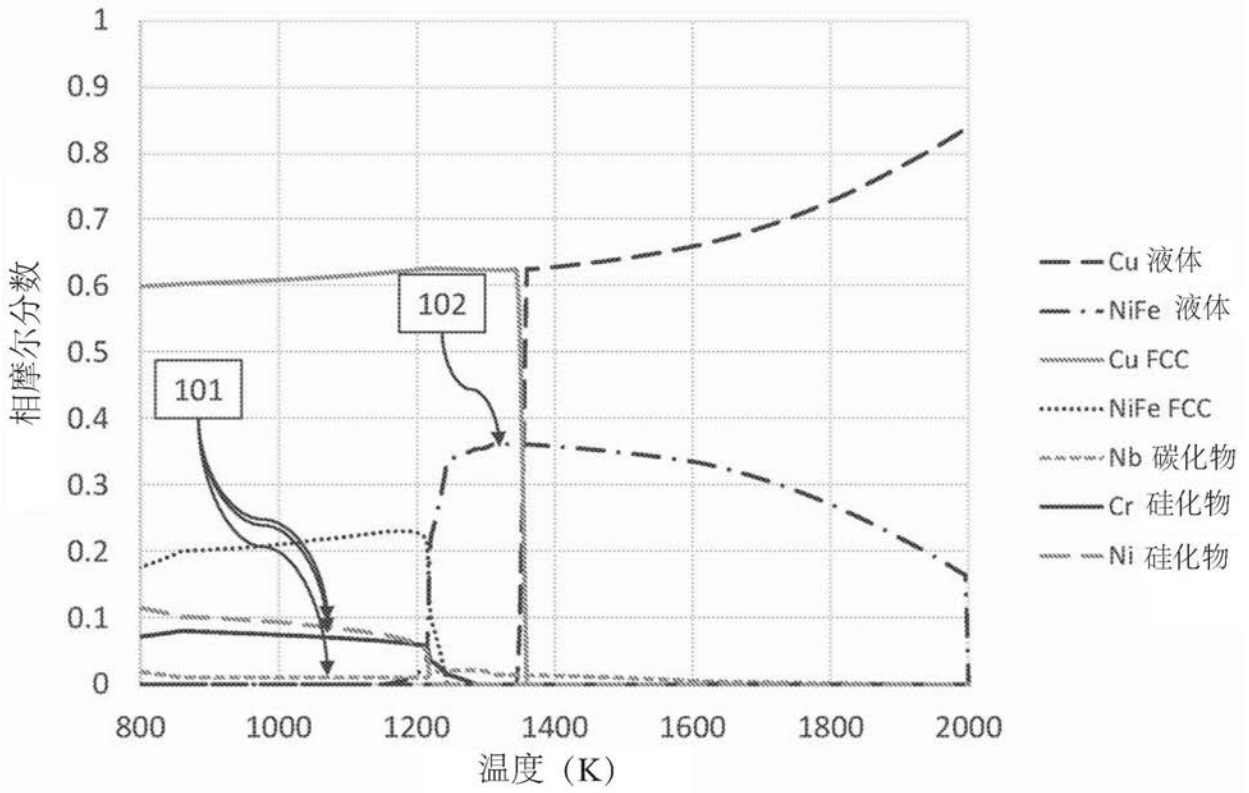


图1

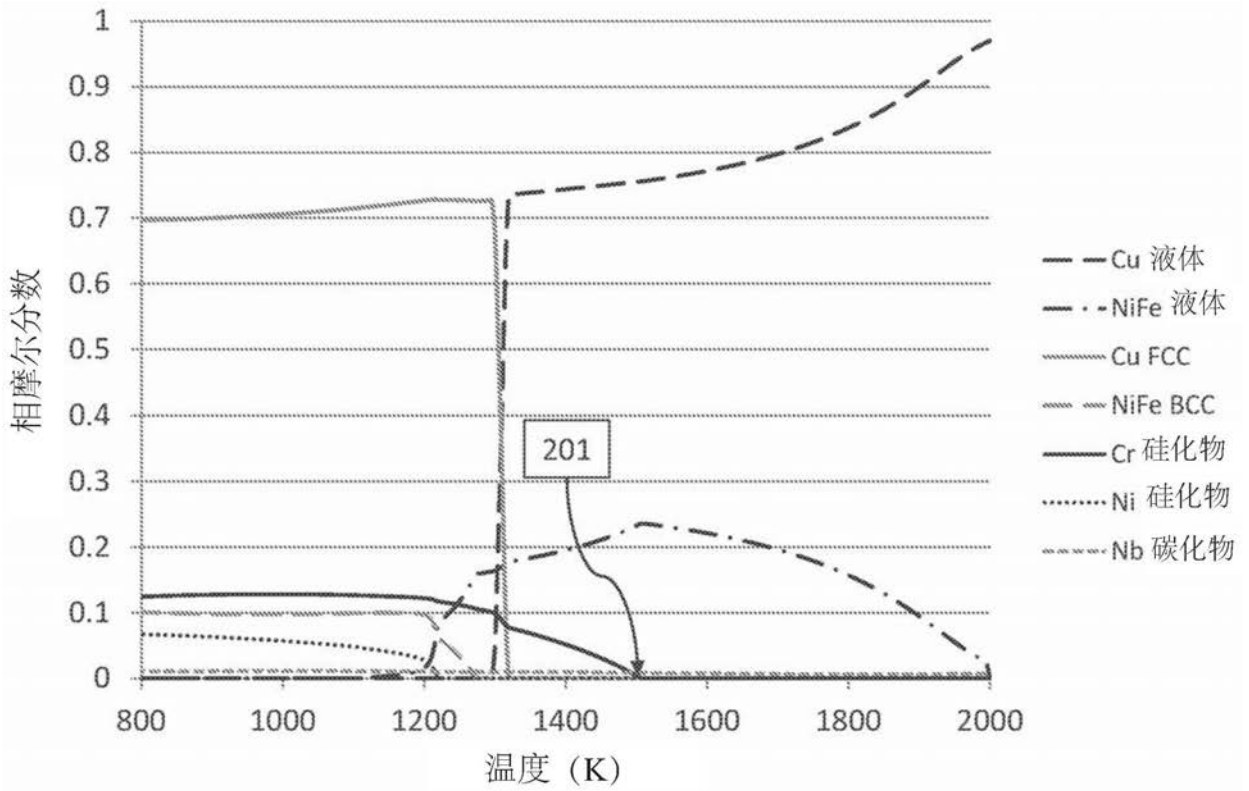


图2

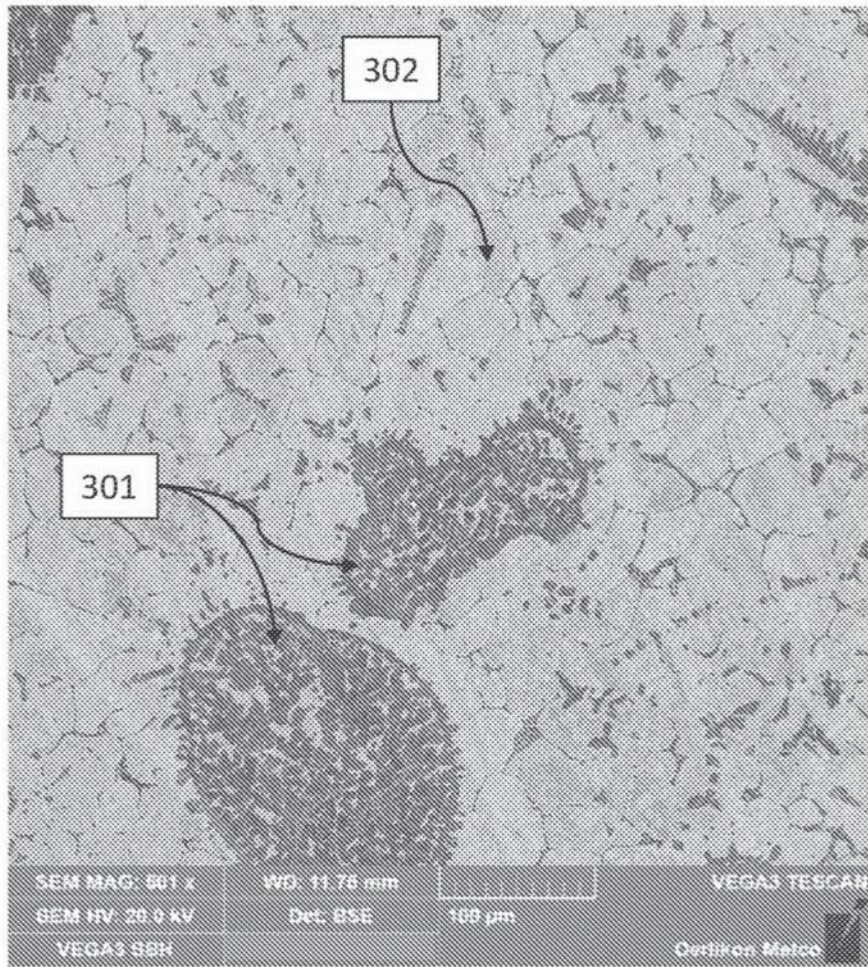


图3